

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-211627

(43)Date of publication of application : 11.08.1995

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
G03F 7/20

(21)Application number : 06-022197

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 21.01.1994

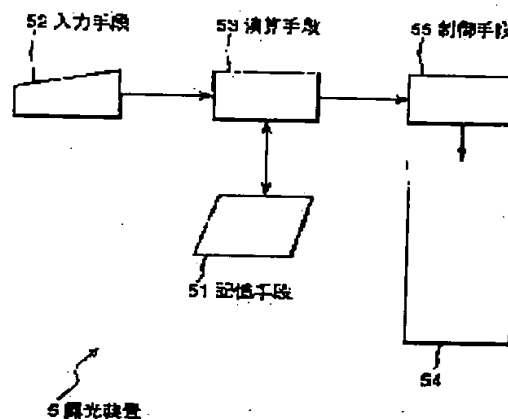
(72)Inventor : SOMEYA ATSUSHI

(54) METHOD FOR OPTIMIZING OVERLAY EXPOSURE AND ALIGNER

(57)Abstract:

PURPOSE: To minimize error of exposing position within the target image height, when overlay exposure is performed using a different aligner, by forming a corrective relation of exposing conditions for each aligner and correcting the exposing conditions of each aligner using a corrective coefficient for minimizing the absolute value thereof.

CONSTITUTION: The aligner 5 comprises a memory means 51, an input means 52, and an operating means 53. The operating means 53 is connected with an exposing condition control means 55 provided for the body 54 of the aligner 5. An approximate function, determined for each aligner, is fed through an input means 52 to the aligner 5 and stored in the memory means 51. When overlay exposure is performed, an exposing area or the range of target image height is inputted through the input means 52. The operating means 53 calculates a correction coefficient based on each approximate function and the range of target height and determines the exposing conditions based on the correction coefficient thus calculated. The control means 55 corrects the exposing conditions of the aligner 5 according to the exposing conditions thus determined.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-211627

(43)公開日 平成7年(1995)8月11日

(51)IntCl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/027

G 0 3 F 7/20

5 2 1

7352-4M

H 0 1 L 21/ 30

5 0 2 C

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平6-22197

(22)出願日 平成6年(1994)1月21日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 染矢 篤志

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

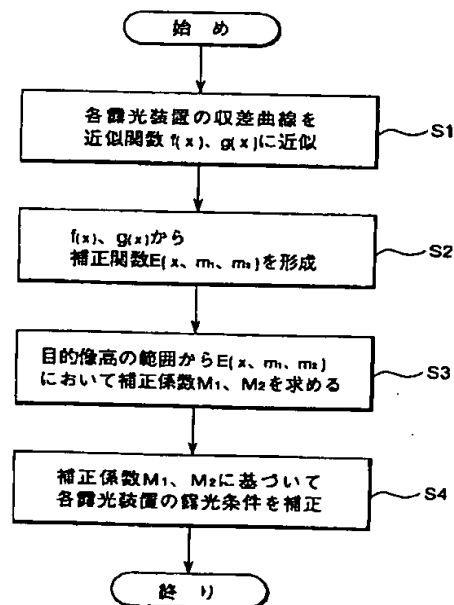
(74)代理人 弁理士 船橋 國則

(54)【発明の名称】 重ね合わせ露光の最適化方法及び露光装置

(57)【要約】

【目的】 異なる露光装置を用いた重ね合わせ露光において目的像高内で十分な重ね合わせ精度を得ることができする方法を提供する。

【構成】 異なる露光装置を用いて重ね合わせ露光を行う際に、まず、第1の工程では、各露光装置のレンズの収差曲線を近似関数 $f(x)$ 、 $g(x)$ に近似する。第2の工程では、近似関数 $f(x)$ 、 $g(x)$ に対して露光条件の補正係数 M_1 、 M_2 となる変数 m_1 、 m_2 を含む項を加えた補正近似関数 $F(x, m_1)$ 、 $G(x, m_2)$ をそれぞれに形成し、さらに補正関数 $E(x, m_1, m_2) = G(x, m_2) - F(x, m_1)$ を形成する。第3の工程では、目的像高の範囲内で上記補正関数の絶対値の最大値が最小となるように各補正係数 M_1 、 M_2 を求める。そして、第4の工程で上記各補正係数 M_1 、 M_2 に基づいて各露光装置による露光条件を補正する。



実施例を説明するフローチャート

【特許請求の範囲】

【請求項1】 異なる露光装置を用いて重ね合わせ露光を行う際に、露光条件を補正することによって当該露光装置間の重ね合わせ誤差を最小化する露光の最適化方法であって、

前記各露光装置のレンズの収差曲線を各近似関数に近似する第1の工程と、

前記各近似関数に対して露光条件の補正係数となる変数を含む項を加えた補正近似関数をそれぞれに形成し、当該各補正近似関数の差からなる補正関数を形成する第2の工程と、

目的像高の範囲内で前記補正関数の絶対値の最大値が最小になるように前記各補正係数を求める第3の工程と、前記各補正係数に基づいて各露光装置の露光条件を補正する第4の工程とからなることを特徴とする重ね合わせ露光の最適化方法。

【請求項2】 請求項1記載の重ね合わせ露光の最適化方法において、

前記近似関数は下記数1に示すものであり、

前記補正近似関数は下記数2に示すものであり、

前記補正係数となる変数は前記数2中の m であることを特徴とする重ね合わせ露光の最適化方法。

【数1】

$$y = ax^5 + bx^3 + cx$$

【数2】

$$y = ax^5 + bx^3 + (m+c)x$$

【請求項3】 露光条件を制御する制御手段を有し、請求項1または2記載の重ね合わせ露光の最適化方法を行う露光装置であって、

前記各近似関数を記憶する記憶手段と、

前記重ね合わせ露光を行う際の目的像高の範囲を入力する入力手段と、

前記制御手段と前記記憶手段と前記入力手段とに接続するものであって、前記各近似関数と目的像高の範囲とから前記補正係数を算出し当該補正係数から各露光装置の露光条件を求める演算手段とを備えたことを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、重ね合わせ露光の最適化方法及び露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体装置の高集積化及び高機能化に伴い、素子構造の多層化と微細化が進展している。このような構造の素子を有するウエハでは、各層に異なる寸法レベルのパターンが形成される。このため、異なる露光装置間のミックス&マッチを図り、それぞれの層の寸法レベルに適した露光装置を用いて各層の露光を行うことで、素子構造の微細化に伴って増大する製造装置のコストを低減化することが可能になる。

【0003】 上記露光装置間のミックス&マッチを実現するためには、各露光装置のレンズ収差を補正した露光条件による露光を行うことで各露光装置間の重ね合わせ誤差を最小化する必要があり、例えば以下のようにして行う。まず、使用するそれぞれの露光装置でテスト露光を行う。そして、目的像高内でのレンズ収差による露光位置の変位を測定する。次いで、例えば最小二乗法のような近似法によって、上記変位の平均値を求める。そして、各露光装置間で上記変位の平均値が等しくなるように、各露光装置の露光条件を補正する。この場合、基準号機となる露光装置を設定し、この基準号機の変位に合わせてマッチング号機となる露光装置の露光条件を補正する。例えば、上記変位をレンズ収差のうちの倍率成分によるものとして捉えた場合、各露光装置間で露光位置の変位の平均値が等しくなるようにマッチング号機の倍率を補正する。そして、上記基準号機とマッチング号機とによる重ね合わせ露光を行う。

【0004】 また、上記重ね合わせ露光を行う露光装置は、例えば、上記変位の平均値に基づいて上記マッチング号機の露光条件を求める演算部と、この演算部で求めた露光条件にしたがってマッチング号機の露光条件を補正する制御部とを備えている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記の露光の最適化方法には、以下のような課題があった。すなわち、上記重ね合わせ露光の最適化方法では、目的像高内における露光位置の変位の平均値に基づいて露光条件を補正して露光を行う。このため、目的像高内で露光位置の変位が最大である部分では、十分な重ね合わせ精度を得ることができない。また、上記露光装置には、露光位置の変位の平均値に基づいて露光の補正条件を算出する演算部しか備えられていないため、上記変位の平均値に基づく露光条件の補正しかできない。

【0006】 そこで、本発明は上記の課題を解決する重ね合わせ露光の最適化方法及び露光装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するための本発明の重ね合わせ露光の最適化方法は、異なる露光装置を用いて重ね合わせ露光を行う際に、当該露光装置間の重ね合わせ誤差を最小化する方法であり、以下のように行う。まず、第1の工程では、各露光装置のレンズの収差曲線を各近似関数に近似する。次いで、第2の工程では、上記各近似関数に対して露光条件の補正係数となる変数を含む項を加えた補正近似関数をそれぞれに形成し、当該各補正近似関数の差からなる補正関数を形成する。そして、第3の工程では、目的像高の範囲内で上記補正関数の絶対値の最大値が最小となるように上記各補正係数を求める。その後、第4の工程では、上記各補正係数に基づいて各露光装置による露光条件を補正す

る。

【0008】上記方法において、上記近似関数は下記数3に示すものであり、上記補正近似関数は下記数4に示すものであり、上記補正係数となる変数は上記数2中の m である。

【数3】

$$y = ax^5 + bx^3 + cx$$

【数4】

$$y = ax^5 + bx^3 + (m+c)x$$

【0009】また、露光条件を制御する制御手段を有し、上記重ね合わせ露光の最適化方法を行う露光装置は、上記各近似関数を記憶する記憶手段と、上記重ね合わせ露光における目的像高の範囲を入力する入力手段と、上記制御手段と上記記憶手段と上記入力手段とに接続し上記各近似関数と目的像高の範囲とから上記補正係数を算出し当該補正係数から露光条件を求める演算手段とを備えている。

【0010】

【作用】上記露光の最適化方法では、重ね合わせ露光を行う際の目的像高の範囲内で上記補正関数の絶対値の最大値が最小となるように上記各補正係数を求め、これらの補正係数に基づいて各露光装置による露光条件を補正する。このため、各露光装置の露光条件の補正は、露光装置間の露光位置の変位の差の最大値が最小となるように行われる。したがって、上記異なる露光装置とを用いた重ね合わせ露光では、目的像高内で重ね合わせ誤差の最大値が最小になるように露光が行われる。そして、上記露光の最適化方法はレンズの収差曲線を近似した近似関数を用いて行われるため、目的像高の範囲を規定することで上記補正係数が算出され、上記の最適化が行われる。

【0011】また、上記露光装置では、上記記憶手段と上記入力手段と上記演算手段とが備えられているため、予め記憶手段に記憶させた上記各近似関数と入力手段によって規定された目的像高の範囲とから上記補正係数が算出され、上記の重ね合わせ露光の最適化方法が行われる。

【0012】

【実施例】以下、本発明の重ね合わせ露光の最適化方法の実施例を、図1のフローチャートに基づいて説明する。実施例では、第1の露光装置と第2の露光装置とを用いて重ね合わせ露光を行う際に、各露光装置におけるレンズ収差のうちの倍率成分の違いによって生じる重ね合わせ誤差を最小化する場合を説明する。

【0013】フローチャートに示す第1の工程S1では、まず、第1及び第2の露光装置を用いて、それぞれ

$$E(x, m_1, m_2) = (a_2 - a_1)x^5 + (b_2 - b_1)x^3 + (m_2 - m_1 + c_2 - c_1)x$$

【0017】さらに、図1に示す第3の工程S3では、まず、重ね合わせ露光を行う像高範囲を規定する。例えば、露光エリアが1.4、2mm角である場合には、露光

基準となる露光倍率によるテスト露光を行う。このテスト露光は、例えば図2に示すように、予め基板21に形成された複数の溝パターン22の中央に、凸型の測定パターン23をそれぞれ形成するように行う。上記溝パターン22は、例えば図3に示すように、等間隔に配列した図中破線の各交点に対応する規定の像高位置にそれぞれ形成されている。そして、テスト露光によって上記測定パターンを形成する際には、像高0となる位置で上記溝パターンの中央に上記測定パターンが位置するように露光中心Oを合わせた露光を行う。

【0014】次に、上記のようにして測定パターンを形成した後、上記測定パターンの形成位置の変位を各像高位置で測定する。例えば、図中に示した実線の各交点位置に上記測定パターンが形成されている場合には、破線の各交点に対する実線の交点のずれ量が各像高位置での上記変位となる。この変位の測定は、上記図2で示した溝パターン22中における測定パターン23の形成位置の x 、 y 方向のずれを測定することによって算出する。そして、この変位を像高に対してプロットし、さらにレンズ収差の倍率成分以外の原因による変位の特異点を除去した平均化処理を行う。これによって、例えば第1の露光装置に関して図4(1)に示す収差曲線を得、第2の露光装置に関して図4(2)に示す収差曲線を得る。

【0015】そして、上記図4(1)に示す収差曲線を下記数5に示す第1の近似関数 $f(x)$ に近似し、上記図4(2)に示す収差曲線を下記数6に示す第2の近似関数 $g(x)$ に近似する。ここで、数5及び数6において、 y は露光位置の変位であり、 x は像高であり、 a_1 、 a_2 、 b_1 、 b_2 、 c_1 、 c_2 は係数である。

【数5】

$$y = f(x) = a_1 x^5 + b_1 x^3 + c_1 x$$

【数6】

$$y = g(x) = a_2 x^5 + b_2 x^3 + c_2 x$$

【0016】次いで、図1に示す第2の工程S2では、まず、上記で求めた第1の近似関数 $f(x)$ と第2の近似関数 $g(x)$ とに対して、補正係数となる変数 m を含む項を加えた下記数7及び数8に示す補正近似関数 $F(x, m_1)$ 、 $G(x, m_2)$ を形成する。そして、これらの補正近似関数の差からなる関数である下記数9に示す補正関数 $E(x, m_1, m_2)$ を形成する。

【数7】

$$y = F(x, m_1) = a_1 x^5 + b_1 x^3 + (m_1 + c_1)x$$

【数8】

$$y = G(x, m_2) = a_2 x^5 + b_2 x^3 + (m_2 + c_2)x$$

【数9】

エリアの中心に対する像高範囲は、 $1.4 \cdot 2\text{mm} / \sqrt{2} \approx 1.0\text{mm}$ になる。そして、上記目的像高の範囲内において、上記数9で示した補正関数 $E(x, m_1, m_2)$

の絶対値の最大値が最小となるような変数 m_1 、 m_2 を求め、これを補正係数 M_1 、 M_2 とする。図4(3)には、 $m_1 = m_2 = 0$ の場合の補正関数 $E(x, m_1, m_2)$ のグラフを示す。このグラフにおいて、目的像高 $x = 10$ の範囲内で補正関数 $E(x, m_1, m_2)$ の絶対値の最大値 $|y|_{\max}$ が最小の値になるような補正係数 M_1 、 M_2 を求める。ここで、第1の露光装置を基準号機とし、第2の露光装置を当該基準号機に対して補正を行うマッチング号機とする場合、第1の露光装置に関する補正係数を $M_1 = m_1 = 0$ とし、第2の露光装置に関する補正係数 M_2 を求める。

【0018】そして、図1に示す第4の工程S4では、上記補正係数 M_2 に基づいて第2の露光装置の露光条件を補正する。この場合、レンズ収差の倍率成分に基づく収差曲線から補正係数 M_2 を求めた。このため、補正係数 M_2 は、テスト露光の際の基準倍率に対する相対倍率になる。したがって、第2の露光装置の露光倍率を、テスト露光を行った際の露光の基準倍率に対して補正係数 M_2 を乗じた倍率に補正する。

【0019】上記重ね合わせ露光の最適化方法では、重ね合わせ露光を行う際の目的像高の範囲内で上記補正関数 $E(x, m_1, m_2)$ の絶対値の最大値が最小となるように第2の露光装置の補正係数 $m_2 = M_2$ を求め、これに基づいて第2の露光装置の露光倍率を補正する。このため、上記のようにして露光倍率を補正して露光の最適化を行った後、第1の露光装置による露光と第2の露光装置による露光を重ね合わせて行った場合、第1の露光装置を基準にして重ね合わせ誤差の最大値が最小となるように第2の露光装置の露光倍率を補正した露光が行われる。

【0020】上記実施例では、各露光装置間でのレンズ収差の倍率成分の違いによる重ね合わせ誤差を最小化する場合を例に取って説明を行った。しかし、本発明の重ね合わせ露光の最適化方法は、各露光装置のレンズ収差の回転成分に違いによる重ね合わせ誤差を最小化する場合にも適用が可能である。この場合、各露光装置の収差曲線をレンズ収差の回転成分に基づいて作成し、以下上記と同様にして露光装置の露光条件を補正する。

【0021】次に、上記の最適化法を行う露光に用いる露光装置を図5に基づいて説明する。図に示すように、露光装置5は、記憶手段51と入力手段52とこれら記憶手段51と入力手段52とに接続する演算手段53とを備えている。この演算手段53は、露光装置5の本体54に設けられている露光条件の制御手段55に接続されている。

【0022】上記記憶手段51は、各露光装置に関する上記各近似関数を記憶するものである。また、上記入力手段52は、重ね合わせ露光における目的像高の範囲を入力するものである。そして、上記演算手段53は、上記各近似関数と上記目的像高の範囲とから上記補正係数

M_1 、 M_2 を算出し、この補正係数 M_1 、 M_2 に基づいて露光条件を求めるものである。

【0023】上記露光装置5を用いた重ね合わせ露光は、以下のように行う。ここでは、まず、この露光装置5を補正を行うマッチング号機とし、このマッチング号機と共に重ね合わせ露光に用いる露光装置(図示せず)を基準号機とする。そして、これらの各露光装置に関して、予め上記実施例で説明したと同様の方法で各近似関数を求める。そして、これらの近似関数を入力手段52から露光装置5に入力し、記憶手段51に記憶させておく。その後、重ね合わせ露光を行う際に、露光エリアまたは露光エリアから算出される目的像高の範囲を、入力手段52から入力する。

【0024】これによって、演算手段53では、予め記憶手段51に記憶させた各近似関数と入力手段52によって規定された目的像高の範囲とから、上記実施例で説明したと同様にしてマッチング号機の補正係数 M_2 を算出する。さらに、この補正係数 M_2 に基づいてマッチング号機となる露光装置5の露光条件を求める。そして、求められた露光条件にしたがって、制御手段55では露光装置5の露光条件が補正される。これによって、異なる露光装置を用いた重ね合わせ露光の最適化が行われる。

【0025】上記実施例では、マッチング号機となる露光装置5に記憶手段51と入力手段52と演算手段53とを備えるようにした。しかし、上記演算手段53に対して制御手段55を有する複数の露光装置本体54を接続する構成にしても良い。この場合、予め各露光装置に関する近似関数を記憶手段51に記憶させておく。そして、露光を行う際に基準号機となる露光装置と補正を行うマッチング号機となる露光装置を複数の露光装置の中から選択し、さらに露光エリアを規定することによって、上記2つの露光装置間で重ね合わせ露光の最適化が行われるようにすることができる。

【0026】

【発明の効果】以上、説明したように本発明の重ね合わせ露光の最適化方法によれば、目的像高の範囲内で各露光装置間で生じる露光位置の誤差の最大値が最小となるように露光条件が補正されるため、目的像高内で露光位置の誤差が最大となる部分の誤差を最小化した重ね合わせ露光を行うことができる。したがって、異なる露光装置を用いた重ね合わせ露光において、目的像高内全体の重ね合わせ精度を向上させることが可能になる。そして、上記重ね合わせ露光の最適化方法は各露光装置の収差曲線を近似した近似関数を用いて行われるため、予め各露光装置に関して上記の近似関数を求め、露光を行う際に目的像高の範囲を規定することで上記の最適化を行うことが可能になる。また、上記露光装置によれば、上記近似関数を記憶する記憶手段と上記目的像高の範囲を規定する入力手段と上記露光条件を求める演算手段とが

備えられているため、予め記憶手段に記憶させた各露光装置の近似関数と入力手段によって規定された像高の範囲とから上記補正係数が算出され、上記の重ね合わせ露光の最適化方法を行うことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例を説明するフローチャートである。

【図2】実施例を説明する測定パターンの断面模式図である。

【図3】実施例を説明する露光位置の変位を示す図である。

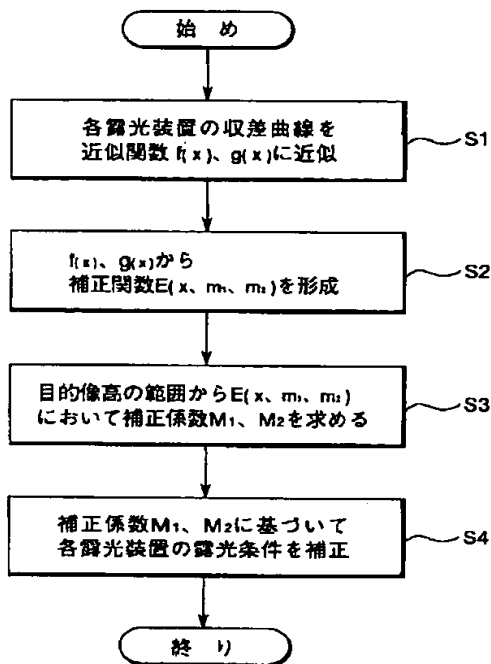
【図4】実施例を説明する近似関数及び補正近似関数のグラフである。

【図5】実施例の露光装置のブロック図である。

【符号の説明】

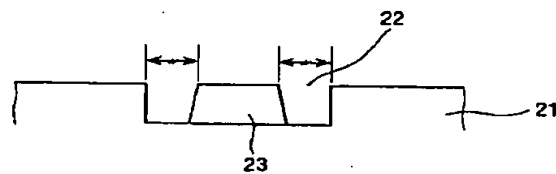
- 5 露光装置
- 51 記憶手段
- 52 入力手段
- 53 演算手段
- 55 制御手段

【図1】



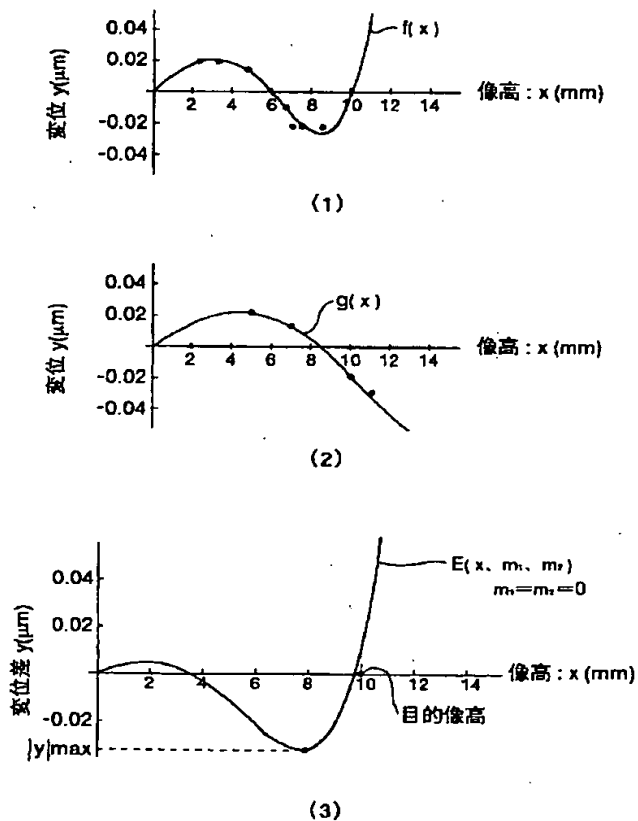
実施例を説明するフローチャート

【図2】

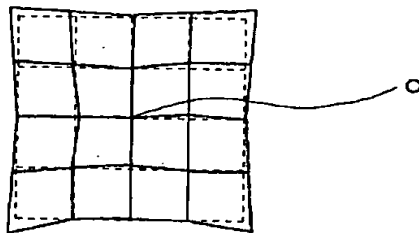


実施例を説明する測定パターンの断面模式図

【図4】



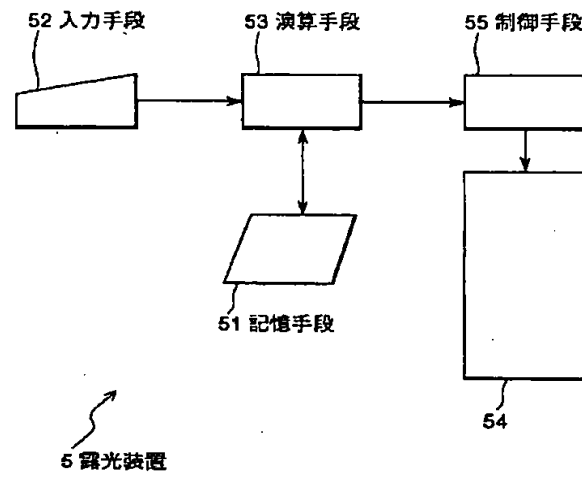
【図3】



露光位置の変位を説明する図

実施例を説明する近似関数及び補正近似関数のグラフ

【図5】



実施例の露光装置のブロック図